

PAT-NO: JP02001230239A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001230239 A
TITLE: APPARATUS AND METHOD FOR TREATING
PUBN-DATE: August 24, 2001

INVENTOR- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MORIMOTO, TAMOTSU	N/A
HAYAKAWA, TAKASHI	N/A

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOKYO ELECTRON LTD	N/A

APPL-NO: JP2000036436

APPL-DATE: February 15, 2000

INT-CL (IPC): H01L021/3065, B01J003/00 , B01J019/00 , B01J019/12

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus and a method for plasma treating capable of uniformly treating overall substrate to be treated without developing a charge-up damage even by continuously treating a plurality of the substrates to be treated.

SOLUTION: A protective ring 31 arranged to surround an outer peripheral edge of a wafer W on a susceptor 30 is formed in a vertically movable shape to the susceptor 30, and an elevator 50 capable of accurately regulating by a stepping motor 51 is embedded in a part for mounting the ring 31 of the outer peripheral side of the upper surface of the susceptor 30. A height of the upper surface of the ring 31 is detected by a laser detector 55 arranged on a part corresponding directly above the ring 31 of a treating chamber 2.

When a difference (d) of the height of the upper surface of the susceptor 30 exceeds a predetermined value, the elevator 50 is driven to regulate height so that the upper surface of the ring 31 and the upper surface of the susceptor 30 become the same height.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-230239

(P2001-230239A)

(43)公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl.⁷
H 01 L 21/3065
B 01 J 3/00
19/00
19/12

識別記号

F I
B 01 J 3/00
19/00
19/12
H 01 L 21/302

テマコード(参考)
L 4 G 0 7 5
D 5 F 0 0 4
G
E

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2000-36436(P2000-36436)

(22)出願日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 森本 保

山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレ
クトロン株式会社総合研究所内

(72)発明者 早川 崇

東京都府中市住吉町2-30-7 東京エレ
クトロン株式会社内

(74)代理人 100077849

弁理士 須山 佐一

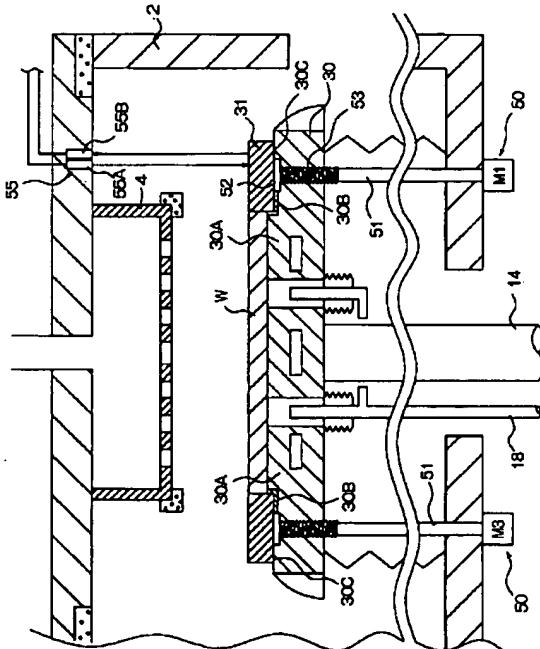
Fターム(参考) 4C075 AA22 AA24 BC06 BD03 BD14
CA47 DA01 EA01 EB01 ED13
5F004 AA01 BB23 CA05 CB09

(54)【発明の名称】 处理装置及び処理方法

(57)【要約】

【課題】 複数枚の被処理基板を連続的に処理してもチ
ヤージアップダメージが発現せず、被処理基板の全体に
わたって均一な処理をすることのできるプラズマ処理装
置及びプラズマ処理方法を提供する。

【解決手段】 サセプタ30上のウエハW外周縁を包囲
するように配設される保護リング31を、サセプタ30
に対して昇降可能な形状にし、サセプタ30上面の外周
側の保護リング31を載置する部分にステッピングモー
タ51で高精度に調節できるエレベータ50を埋設す
る。処理チャンバ2の保護リング31真上にあたる部分
に配設したレーザー検出器55で保護リング31上面の
高さを検出し、サセプタ30上面との高さの差dが所定
の値を超えたたらエレベータ50を駆動して保護リング3
1上面とサセプタ30上面とが同じ高さになるように高
さ調節する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 略真空下で被処理基板に処理を施す処理チャンバと、

前記被処理基板に処理ガスを供給する処理ガス供給系と、

前記被処理基板を載置するサセプタと、

前記サセプタ上に載置された被処理基板の外周縁部を包囲するように昇降可能に支持された保護リングと、

前記保護リングの上面の高さを検出する検出手段と、

前記検出した高さに基づいて、前記保護リングの高さを調節する高さ調節手段と、

を具備する処理装置。

【請求項2】 請求項1に記載の処理装置であって、前記検出手段が、前記保護リング上面に略垂直に光を照射する発光部と、前記光の反射光を検出する受光部とを備えた縦型光モニタであることを特徴とする処理装置。

【請求項3】 請求項1に記載の処理装置であって、前記検出手段が、前記保護リング上面に平行に光を照射する発光部と、

前記保護リングに関して前記発光部と対向する位置に配設され、前記光を検出する受光部とを備えた水平型光モニタであることを特徴とする処理装置。

【請求項4】 請求項1に記載の処理装置であって、前記検出手段が、レーザー光線の入射光と反射光との干渉を利用して保護リングの厚さを測定するレーザー干渉モニタであることを特徴とする処理装置。

【請求項5】 請求項1～5のいずれか1項に記載の処理装置であって、前記高さ調節手段が、前記保護リングを昇降させるボルネジと、このボルネジを駆動するステッピングモータとを具備することを特徴とする処理装置。

【請求項6】 略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、

所定の時期に前記保護リングの高さを調節し、

前記被処理基板と前記保護リング上面の高さとを同じ高さに維持した状態で被処理基板の処理を行なうことを特徴とする処理方法。

【請求項7】 略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、

前記保護リング上面の高さをモニタリングし、前記被処理基板上面との高低差が所定値になったときに前記保護リングの高さを調節して前記被処理基板と同じ高さに維持しながら前記被処理基板の処理を行なうことを特徴とする処理方法。

【請求項8】 略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理

ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、

前記被処理基板の処理時間をモニタリングし、前記処理時間の積算値が所定値になったときに前記保護リングの高さを調節して前記被処理基板と同じ高さに維持しながら前記被処理基板の処理を行なうことを特徴とする処理方法。

【請求項9】 略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、

酸素プラズマクリーニング時に前記保護リングの高さを調節して前記被処理基板と同じ高さに維持しながら前記被処理基板の処理を行なうことを特徴とする処理方法。

【請求項10】 略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、

1ロットの被処理基板の処理が終了する毎に前記保護リングの高さを調節して前記被処理基板と同じ高さに維持しながら前記被処理基板の処理を行なうことを特徴とする処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウエハ等の被処理基板を処理する処理装置及び処理方法に係り、更に詳細には、被処理基板上に形成された酸化膜や絶縁膜をエッチングする処理装置及び処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体ウエハ等の被処理基板に処理を施す処理装置、例えば、プラズマエッチング装置などのエッチング処理装置では、ウエハWを載置するサセプタ上にフォーカスリングと呼ばれる円環状の部材である保護リングを配設することにより、電界をサセプタの中心付近に集中させ、処理チャンバ内で発生するプラズマがサセプタ上に載置されたウエハWに集中的に作用するようにして処理している。

【0003】図13は代表的なプラズマ処理装置の処理チャンバ内を模式的に示した垂直断面図である。

【0004】図13に示したように、処理チャンバ100内のサセプタ101上には円環状の保護リング102が配設されており、この保護リング102は1枚の円盤状部材として構成されている。図13に示したように保護リング102はサセプタ101上に載置されたウエハWの外周を包囲するようになっており、処理時にはプラズマに対して暴露される。そのため、複数枚のウエハWについて連続的に処理を行なうと、衝突するプラズマのために保護リング102自身もその表面がエッチングされ、保護リングの厚さが薄くなる。

【0005】保護リングの厚さが薄くなると、電界をサ

セプタの中心付近に集中させる効果が弱くなり、エッチング処理する速度が低下したり、チャージアップダメージと呼ばれる現象が起る。このチャージアップダメージとは、保護リングの厚さが薄くなることによりサセプタに載置されたウエハW表面付近の電位分布が不均一となる現象である。このチャージアップダメージが発生するとプラズマやエッチャントイオンがウエハW面内で均一に分布し、エッチングなどの処理がウエハW面内で均一に行なわれなくなり収率が低下するという問題を招く。

【0006】そのため処理時間の合計が一定の時間に達すると保護リングの消耗状態の如何に関わらず保護リングを新品に取り替える方法が採用されているが、この方法では交換の必要のない保護リングまで新品に交換することとなるので、無駄が多いという問題がある。特に、保護リング自体が高価であるため、交換する必要のない保護リングまで一律に新品に交換すると処理装置のランニングコストが上昇し、ひいては半導体製品の製造コストも上昇するという製造コスト上の問題がある。

【0007】更に、保護リングの消耗状態と無関係に交換すると保守管理の無駄が多く、製造効率が低下するという製造工程上の問題もある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記従来の問題を解決するためになされた発明である。即ち本発明は、複数枚の被処理基板を連続的に処理してもチャージアップダメージが起らず、処理の順番で処理後の被処理基板の品質のばらつきがないプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供することを目的とする。

【0009】更に本発明は、被処理基板の全体にわたって均一な処理をすることのできるプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の処理装置は、略真空下で被処理基体に処理を施す処理チャンバと、前記被処理基体に処理ガスを供給する処理ガス供給系と、前記被処理基体を載置するサセプタと、前記サセプタ上に載置された被処理基体の外周縁部を包囲する保護リングと、前記保護リングの上面の高さを検出する検出手段と、前記検出した高さに基づいて、前記保護リングの高さを調節する高さ調節手段と、を具備する。

【0011】この処理装置において、前記検出手段として、前記保護リング上面に略垂直に光を照射する発光部と、前記光の反射光を検出する受光部とを備えた縦型光モニタが挙げられる。

【0012】また、前記検出手段は、前記保護リング上面に平行に光を照射する発光部と、前記保護リングに関して前記発光部と対向する位置に配設され、前記光を検出する受光部とを備えた水平型光モニタであることを特徴とする処理装置。

【0013】更に前記検出手段として、レーザー光線の入射光と反射光との干渉を利用して保護リングの厚さを測定するレーザー干渉モニタであってもよい。

【0014】上記の処理装置において、前記高さ調節手段として、前記保護リングを昇降させるボルネジと、このボルネジを回転駆動するステッピングモータとを具備する機構が挙げられる。

【0015】本発明の処理方法は、略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、所定の時期に前記保護リングの高さを調節し、前記被処理基板と前記保護リング上面の高さと同じ高さに維持した状態で被処理基板の処理を行なうことを特徴とする。

【0016】本発明の他の処理方法は、略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、前記保護リング上面の高さをモニタリングし、前記被処理基板上面との高低差が所定値になったときに前記保護リングの高さを調節して前記被処理基板と同じ高さに維持しながら前記被処理基板の処理を行なうことを特徴とする。

【0017】本発明の更に別の処理方法は、略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、前記被処理基板の処理時間をモニタリングし、前記処理時間の積算値が所定値になったときに前記保護リングの高さを調節して前記被処理基板と同じ高さに維持しながら前記被処理基板の処理を行なうことを特徴とする。

【0018】本発明の更に他の処理方法は、略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、酸素プラズマクリーニング時に前記保護リングの高さを調節して前記被処理基板と同じ高さに維持しながら前記被処理基板の処理を行なうことを特徴とする。

【0019】本発明の更に別の処理方法は、略真空状態に維持された処理チャンバ内で、保護リングに外周を包囲された被処理基板上に処理ガスを供給することにより前記被処理基板を処理する処理方法において、1ロットの被処理基板の処理が終了する毎に前記保護リングの高さを調節して前記被処理基板と同じ高さに維持しながら前記被処理基板の処理を行なうことを特徴とする。

【0020】本発明では、サセプタ上に載置された被処理基体の外周縁部を包囲する保護リングを昇降可能に支持し、この保護リングの上面の高さを検出して、前記検出した高さに基づいて前記保護リングの高さを調節する構成にしているので、常に保護リング上面を前記被処理基体の上面と同一平面上に維持することができる。その

ため保護リングが消耗しても、常に電界をサセプタ上に載置された被処理基板の真上付近に集中させることができる。更に被処理基板の外周縁と保護リングとの境界で段差が形成されないのでチャージアップダメージが発現せず、エッチャントイオンの流れが均一になり、被処理基板の中心と外周縁付近との間でエッチング速度が均一化される。

【0021】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）以下、本発明の一実施形態について添付図面に基づいて説明する。

【0022】図1は本実施形態に係るプラズマエッチング装置の概略構成を示した垂直断面図である。

【0023】図1に示すように、このプラズマエッチング装置1は、例えばアルミニウムやステンレス鋼により筒状に成形された処理チャンバ2を有する。この処理チャンバ2は接地されている。また処理チャンバ2の外周には複数個の円柱型永久磁石を円周状に配設したダイポールリングマグネット（D.R.M.）が配設されており（図示省略）、このD.R.M.を回転させることにより回転磁場を処理チャンバ内の空間に形成させることができるようになっている。

【0024】処理チャンバ2の天井2Bは、絶縁部材3を介して処理チャンバ本体側に接続されており、この天井2Bにはサセプタ30に対向させて平らな中空構造のシャワーヘッド4が配設されている。このシャワーヘッド4下面のガス噴射面には、このシャワーヘッド4内に導入された処理ガスやプラズマガスを処理空間S、即ちシャワーヘッド4下面とサセプタ30上面との間に形成される空間に向けて吐出する複数の吐出孔5、5、…が穿孔されている。

【0025】このシャワーヘッド4は、導電性材料、例えば表面がアルマイド処理されたアルミニウムや表面処理されたステンレス鋼などにより形成されて上部電極を構成し、その途中にはマッチング回路6を介在させた給電線7を介して、例えば13.56MHzの高周波電圧を印加できるようになっている。

【0026】シャワーヘッド4の下端周辺部には、上部電極に発生する高周波電界を内側の電極面に集めるための断面L字状のシールドリング8がシャワーヘッド4の周方向に沿って形成されている。

【0027】シャワーヘッド4上部のガス導入口41には、ガス導入管42が接続されている。このガス導入管42は複数に分岐されており、プラズマガスとしてのArガスを貯留するArガス源43、処理ガスとしてCHF₃とCH₄のエッチャングガスを貯留するエッチャングガス源44、45がそれぞれ接続されている。これらの各ガスは、途中に介設したマスフローコントローラ46や開閉弁47により流量が制御されつつ供給される。

【0028】処理チャンバ2の側壁の一部には、サセプタ30を降下させた位置に対応してウエハ搬出入口23

が配設されており、ここに真空引き可能に構成された移載室26との間を連通・遮断するゲートバルブ25が配設されている。

【0029】サセプタ30の裏面と処理チャンバ底部2Aの開口部13の周辺とは伸縮自在に構成された金属製のベローズ24が配設されている。このベローズ24により処理チャンバ2内の気密性を維持したままサセプタ30を昇降可能にしている。サセプタ30は、このベローズ24及び処理チャンバ2を介して間接的に接地されている。

【0030】また、ウエハ搬出入口23の反対側の側壁には排気口20が設けられており、この排気口20には真空配管21が接続されている。この真空配管21には真空ポンプ22が配設されており、この真空ポンプ22を作動させることにより処理チャンバ2内の空気を排出することによりこの処理チャンバ2内をほぼ真空状態にできるようになっている。

【0031】処理チャンバ2の内部には、下部電極としてアルミニウムやステンレス鋼等の導電性材料よりもなる略円盤状のサセプタ30が配設されている。このサセプタ30は、処理チャンバ底部2Aの中央部の開口13を介して挿入された昇降軸14の上端に支持固定されており、昇降機構（図示省略）により昇降可能に配設されている。プラズマエッチング装置1の運転時には、このサセプタ30の上面にウエハWが載置された状態でエッチングが行われる。

【0032】サセプタ30の内部には通路状の冷却ジャケット15が設けられており、このジャケット15内に冷媒を流すことによりサセプタ30、ひいてはその上に載置したウエハWを所望の温度に維持できるようになっている。更にこのサセプタ30の所定の位置には複数のリフタ孔16、16、…が上下方向に貫通して穿孔されており、これらのリフタ孔16、16、…に対応して上下方向に昇降可能にウエハリフタピン17が配設されている。このウエハリフタピン17は処理チャンバ底部2Aの開口部13を通って上下動可能に取りつけられたピン昇降ロッド18により一体的に昇降可能に取りつけられている。このウエハリフタピン17の貫通部には、サセプタ30の裏面との間で金属製の伸縮ベローズ19が配設されており、ウエハリフタピン17が気密性を維持したまま上下動できるようになっている。図1中一点鎖線で示した位置にサセプタ30を保持した状態でウエハリフタピン17を上下動させることにより、ウエハWを昇降するようになっている。このようなウエハリフタピン17は通常ウエハW周縁部に沿って3本設けられている。

【0033】サセプタ30の上面には円環状の保護リング31が配設されている。

【0034】図2は本実施形態に係るサセプタ30の上部を部分的に拡大した垂直断面図であり、図3は本実施

形態に係る保護リング31及びサセプタ30の分解斜視図である。

【0035】図2及び図3に示したように、この保護リング31は断面が長方形の円環状であり、ウエハWの外径より極く僅かに大きい内径を備えている。一方、サセプタ30の上面はウエハWを載置する内側部分が円柱状に突出した凸型の断面形状を備えており、当該突出した円柱型部分30Aの直径はこの上に載置されるウエハWの直径と同じ寸法になっている。そのため、サセプタ30上にウエハWを載置したときにはウエハWの側面と前記円柱型部分30Aの側面とが略同一の円柱側面を形成する。このサセプタ30上に保護リング31をセットすると保護リング31の内周面と、ウエハWの側面及び前記円柱型部分30Aの側面との間には極く僅かな隙間が形成される。

【0036】またサセプタ30の前記円柱型部分30Aの側面から外周側上面30Cにかけて図2に示すように表面保護層30Bが形成されている。この表面保護層30Bはエッチャントやプラズマなどの攻撃からサセプタ30を保護するためのものであり、エッチャントやプラズマからサセプタ30を保護できる材料、例えばセラミックスなどから形成されている。

【0037】更にサセプタ30の外周側上面30Cには保護リング31の高さを調節する高さ調節手段としてのエレベータ50が対称的に3機、互いに120度の角度をなすように埋設されている。

【0038】これらのエレベータ50はサセプタ30の外周側上面30Cにその上面を露出して保護リング31底面を押し上げる天板52と、この天板52の下側から天板52を支持するロッド53と、このロッド53と回転軸が結合したステッピングモータ51とから構成される。このロッド53は側面にネジ山が形成されたボルト状になっており、サセプタ30側に形成された雌ネジ部分と係合していわゆるボールネジを形成している。ロッド53の下端側はステッピングモータ51の回転軸と結合しておりステッピングモータ51を駆動して回転軸を所定角度回転させることによりロッド53が上下動し、天板52ひいては保護リング31を昇降させる。ステッピングモータ51は図示しない制御装置により制御されており、回転軸の回転角度を正確に制御することにより保護リング31の高さを高精度に調節することができる。

【0039】処理チャンバ2の保護リング31真上にあたる位置には、前記保護リング31の上面の高さを検出する検出手段としてのレーザー検出器55が配設されている。図4は本実施形態に係る検出手段のブロック図である。

【0040】このレーザー検出器55はレーザー発光部55Aとレーザー受光部55Bとから構成されており、レーザー発光部55Aから発射したレーザー光線を保護

リング31の上面に当て、その反射光をレーザー受光部55Bで検出し、その反射光の状態から保護リング31の高さを測定する。例えばレーザー発光部55Aから発光されたレーザー光線が保護リング31上面で反射してレーザー受光部55Bまで戻るのに要した時間や波数、干渉などから測定する既知の測定装置を用いることができる。

【0041】次に本実施形態に係るプラズマエッチング装置で保護リング31の高さ調節を行なう場合の手順について説明する。図5は保護リング31をセットしたサセプタ30上にウエハWを載置した状態を部分的に拡大したサセプタ30の垂直断面図である。

【0042】図6は保護リング31の高さ調節を行なう場合の操作の流れを示したフローチャートである。

【0043】ウエハWの処理をする際にサセプタ30上に処理前のウエハWを載置すると(ステップ1a)、まずレーザー検出器55による保護リング31の高さの検出が行なわれる。即ち、レーザー発光部55Aから発せられたレーザー光線は保護リング31の上面で反射し、この反射光がレーザー受光部55Bで受光される。反射光を受光したレーザー受光部55Bは配線経路を経由して信号を制御装置60に送る。制御装置60にはレーザー発光部55Aも接続されており、レーザー光線の発光時期と受光時期とが認識される。これらのデータから制御装置60内の演算処理部(図示省略)が演算処理して保護リング31の高さを検出する。

【0044】一方、サセプタ30にウエハWを載置した場合のウエハW上面の高さを予め測定して記憶しておくか、或いはレーザー検出器55と同様の装置をウエハWの真上にあたる処理チャンバ2内の部位に配設しておき(図示省略)保護リング31の高さを検出するのと同時にその都度測定してウエハW上面の高さを求める。

【0045】これら保護リング31上面の高さデータとウエハW上面の高さデータとを比較して、その差の値が許容範囲内か否かを判断する(ステップ2a)。

【0046】即ち、図5(a)に示したように、保護リング31上面とウエハW上面との高さが同じであり、差の値dがゼロの場合或いは許容範囲内の場合には高さ調節の必要はない、と判断され、図6のステップ2aからステップ7aに移行して保護リング31の高さ調節を行なうことなくウエハWの処理を行なう。

【0047】一方前記差の値dが許容範囲を超えている場合には、高さ調節の必要あり、と判断され、保護リング31の高さ調節を行なう。

【0048】高さ調節を行なう場合、まず前記差の値dとロッド53のピッチとから必要なステッピングモータ50の回転角θを求める(ステップ3a)。この回転角θだけ回転させる指令信号が制御装置60からステッピングモータ50A～50Cに贈られるとステッピングモータ50A～50Cがそれぞれ回転角θだけ回転し(ス

9
テップ4a)、保護リング31が水平状態を保ちながら前記差dだけ上昇し、図5(c)に示したように保護リング31の上面とウエハWの上面とを一致させる。

【0049】このステッピングモータ50A～50Cの駆動の後、或いは駆動しながら保護リング31上面高さの再測定を行い(ステップ6a)、差dの値が許容範囲内に入っていない場合には更にステップ3a～ステップ5aまで繰り返すことにより保護リング31上面の高さとウエハW上面の高さとを一致させる。

【0050】このように常に保護リング31上面の高さをモニタリングし、ウエハW上面との高さの差dの値が許容範囲を超えると直ちに保護リング31の高さを調節する構成になっているので、常に保護リング31の上面の高さとウエハW上面の高さと同じ高さに維持することができる。

【0051】次に、以上のように構成されたプラズマエッチング装置を用いて行われるエッチング処理について説明する。

【0052】上記プラズマエッチング装置1が搭載されたクラスターツール装置(図示省略)を起動すると、何れも図示しないキャリアカセット、搬送アーム、ロードロック室を経てプラズマエッチング装置1の処理チャンバ2に隣接配置された移載室26まで搬送される。

【0053】次いで、移載室26内で移載アーム(図示省略)が回転し、プラズマエッチング装置1の正面を向いて停止する。かかる後にプラズマエッチング装置1の前のゲートバルブ25が開き、移載アームが未処理のウエハWを保持した状態でプラズマエッチング装置1の処理チャンバ2内に進入する。

【0054】一方、処理チャンバ2内では、サセプタ30を図1の一点鎖線に示したように処理チャンバ2内の下方に下降させ、この状態で未処理のウエハWを移載室26側からウエハ搬出入口23を介して処理チャンバ2内に搬入し、サセプタ30上に載置する。

【0055】次いで昇降軸14を上方に移動させることによりサセプタ30を上昇させ、その上面に載置したウエハWをシャワーヘッド4の下面に接近させる。

【0056】そして、この状態でシャワーヘッド4から所定量のプラズマガスやエッチングガスを処理チャンバ2内に供給しつつ処理チャンバ2内部を真空引きする。この真空引きは処理チャンバのウエハ搬出入口23のゲートバルブ25を閉鎖して処理チャンバ2内を密閉した後に行なう。ゲートバルブ25を下降させてウエハ搬出入口23を閉じ、処理チャンバ2内が密閉されたら、真空ポンプ22が作動して真空引きする。

【0057】このとき、上記のようにして保護リング31の高さを測定し、ウエハW上面との高さの差dの値が許容範囲内の場合にはそのまま以下の処理に移行し、差dの値が許容範囲外の場合には上述したようにステッピングモータ50A～50Cを所定角度θだけ回転させて

差dが実質的にゼロになるように保護リング31の高さ調節を行なう。

【0058】かかる後、真空ポンプ22を引き続きこの回転速度で回転し続けることにより、処理チャンバ2内をプロセス圧に維持し、同時に下部電極であるサセプタ30と上部電極との間に例えば13.56MHzの高周波電圧を印加して処理空間Sにプラズマを発生させ、ウエハW表面に形成されている例えは酸化膜のエッチング処理を行う。

【0059】このとき、保護リング31はその上面がウエハW上面と同一平面上にあるように高さ調節がなされているので、チャージアップダメージの発生が未然に防止され、ウエハW全面にわたって均一な処理が施される。

【0060】エッチング処理を所定時間行なって所期のエッチング処理が完了したら、処理チャンバ2内の真空度を移載室26の真空度より僅かに高い程度の真空度まで下げ、かかる後に上記とは逆の順序で処理チャンバ2内から処理後のウエハWを取り出す。そして同様にして後続の処理チャンバ内にウエハWを搬送し、その処理チャンバ内で所定の処理を施す。一連の処理が完了した後、処理が完了したウエハWを最後の処理チャンバ内から移載室26に取り出し、更に移載室26からロードロック室を経由して再びキャリアカセット内に収容し処理を完了する。

【0061】以上説明したように、本実施形態に係るプラズマ処理装置1では、保護リング31がサセプタ30に対して昇降可能に配設され、前記保護リングの上面の高さを検出する検出手段と、前記検出した高さに基づいて前記保護リングの高さを調節する高さ調節手段とを備えているので、常に保護リング31上面とウエハW上面と同じ高さに維持することができる。その結果、チャージアップダメージの発現を未然に防止することができる。

【0062】また、保護リング31が消耗した場合に高さ調節することにより使用可能なライフを伸長でき、保守管理の手数や保護リングのコストをも含めたランニングコストを低減することができる。

【0063】なお、本発明は上記実施形態の記載内容に限定されない。例えば、上記実施形態では、シリコンウエハ用のプラズマエッチング装置を例にして説明したが、それ以外の反応性ガス処理装置、例えばCVDにも使用することができる。

【0064】更に、シリコンウエハと同様にLCD用ガラス基板を処理する処理装置にも適用できることはいうまでもない。

【0065】また、上記実施形態では複数個の円柱型永久磁石を処理チャンバの周囲に回転させるいわゆるダイポールリングマグネット(DRM)を用いた回転磁界型の処理装置を例にして説明したが、このダイポールリン

11

グマグネット（D.R.M）を搭載しない処理装置にも本発明は適用可能である。

【0066】（第2の実施形態）以下、本発明の第2の実施形態について説明する。なお、以下本実施形態以降の実施形態のうち先行する実施形態と重複する内容については説明を省略する。

【0067】本実施形態ではウエハWの処理時間の積算値で保護リング31の高さ調節を行なう構成とした。

【0068】図7は本実施形態に係る処理方法の流れを示したフローチャートである。

【0069】本実施形態に係る処理方法では、処理チャンバ2内にウエハWを搬入し（ステップ1b）、ウエハWの処理を行ない（ステップ2b）、処理後のウエハWを処理チャンバ2内から搬出する（ステップ3b）。ウエハWの処理が終わる度に実際に処理を行なった時間を記録し（ステップ4b）、処理時間の積算値が予め規定された時間に達したか否かで高さ調節を行なうか否かを決定する（ステップ5b）。

【0070】この判断はウエハWを1枚処理する度に行なう。処理時間の積算値が規定値に達していない場合には保護リング31の高さ調節を行なうことなくウエハWの処理枚数が規定値に達したか否かを判断し（ステップ8b）、処理枚数に達した場合には処理を終了し（ステップ9b）、処理枚数に達していない場合には次の未処理ウエハWを搬入して（ステップ1b）、一連の処理を行なう（ステップ2b～ステップ4b）。

【0071】処理時間の積算値が規定値に達した場合には、前記第1の実施形態のステップ3a～ステップ4aと同様にしてステッピングモータ50の回転角θの割り出し（ステップ6b）と、その角度θだけステッピングモータ50の回転（ステップ7b）を行ない、保護リング31とウエハWとの高さを一致させる。

【0072】本実施形態に係る処理方法では、ウエハWの処理時間の積算値に基づいて定期的に保護リング31の高さ調節を行なうので、再現性良く保護リング31の高さ調節を行なうことができる。

【0073】（第3の実施形態）以下、本発明の第3の実施形態について説明する。

【0074】本実施形態では処理装置のクリーニング時期に保護リング31の高さ調節を行なう構成とした。

【0075】図8は本実施形態に係る処理方法の流れを示したフローチャートである。

【0076】本実施形態に係る処理方法では、ステップ1c～ステップ3cを経てウエハWの処理が終わる度に処理装置の汚れの程度を確認し（ステップ4c）、処理装置のクリーニングが必要か否かで高さ調節を行なう時期を決定する（ステップ5c）。

【0077】この判断はウエハWを1枚処理する度に行なう。処理装置の汚れが所定の程度にまで達していない場合には保護リング31の高さ調節を行なうことなくウ

12

エハWの処理枚数が規定値に達したか否かを判断し（ステップ8c）、処理枚数に達した場合には処理を終了し（ステップ9c）、処理枚数に達していない場合には次の未処理ウエハWを搬入して（ステップ1c）、一連の処理を行なう（ステップ2c～ステップ4c）。

【0078】処理装置の汚れが規定した程度に達した場合には、前記第1の実施形態のステップ3a～ステップ4aと同様にしてステッピングモータ50の回転角θの割り出し（ステップ6c）と、その角度θだけステッピングモータ50の回転（ステップ7c）を行ない、保護リング31とウエハWとの高さを一致させる。

【0079】本実施形態に係る処理方法では、処理装置のクリーニングを行なう時期に同期して保護リング31の高さ調節を行なうので、時間を無駄なく活用することができる。

【0080】（第4の実施形態）以下、本発明の第4の実施形態について説明する。

【0081】本実施形態では1ロットのウエハWを処理する度に保護リング31の高さ調節を行なう構成とした。

【0082】図9は本実施形態に係る処理方法の流れを示したフローチャートである。

【0083】本実施形態に係る処理方法では、ステップ1d～ステップ3dを経てウエハWの処理が終わる度に処理枚数が1ロット分に達したか否かを確認し（ステップ4d）、処理したウエハWが1ロット分に達したときに高さ調節を行なう（ステップ5d、ステップ6d）。

【0084】本実施形態に係る処理方法では、処理されたウエハWの枚数が1ロットに達する度に保護リング31の高さ調節を行なうので、定期的な高さ調節を行なうことができる。

【0085】（第5の実施形態）以下、本発明の第5の実施形態について説明する。

【0086】本実施形態の処理装置では、高さ検出手段としてレーザー光線をウエハWの表面に平行な方向に発光させるレーザー検出器を用いた。

【0087】図10（a）は本実施形態に係るレーザー検出器の概略構成を示した平面図であり、図10（b）は同レーザー検出器の概略構成を示した垂直断面図である。

【0088】この処理装置では、図10（a）に示したように二組のレーザー検出器を用いている。一組は第1レーザー発光器56と第1レーザー受光器57とかなり、もう一組は第2レーザー発光器58と第2レーザー受光器59とかなる。

【0089】第1レーザー発光器56及び第1レーザー受光器57はウエハWの上面の高さを検出し、第2レーザー発光器58及び第2レーザー受光器59は保護リング31上面の高さを検出する。いずれも図10（b）に示したように複数本のレーザー光線をウエハW上面と平

13

14

行に走査させ、ウエハWや保護リング31などの障害物で遮られたレーザー光線の位置を検出することにより高さを検出する。

【0090】それぞれ検出されたウエハW上面の高さと保護リング31の高さを差し引きしてその差dを求め、この差dの値に基づいて保護リングの高さを調節する。

【0091】本実施形態に係る処理装置では、略水平方向に発光させたレーザー光線を用いて高さを検出するので、処理チャンバ内に組み込み易い。また、ウエハWと保護リング31の高さをそれぞれ独立して逐次実測するので、高精度に高さ測定することができる。

【0092】(第6の実施形態)以下、本発明の第6の実施形態について説明する。

【0093】本実施形態の処理装置では、高さ検出手段としてレーザー光線の干渉を用いて保護リング31の厚さ変化を測定するレーザー検出器を用いた。

【0094】図11は本実施形態に係るレーザー検出器の概略構成を示した垂直断面図である。

【0095】この処理装置では、図11に示したように二組のレーザー検出器を用いている。一組は第1レーザー測定器60であり、もう一組は第2レーザー測定器61である。

【0096】これらのレーザー測定器60, 61は共にレーザー光線の入射光と反射光とを干渉させ、その干渉の数をカウントすることによりレーザー測定器からウエハWの反射面までの距離を測定する。レーザー測定器60はウエハW表面で反射する波長のレーザー光線を用いており、レーザー測定器60からウエハW上面までの距離を測定する。一方、レーザー測定器61はウエハW内部にまで浸透し、ウエハWの下面で反射する波長のレーザー光線を用いており、レーザー測定器61からウエハW下面までの距離を測定する。二つのレーザー測定器60, 61で測定して得た値を差し引きして保護リング31の厚さを測定する。

【0097】そして未使用の保護リング31の厚さを予め測定しておく、この最初の厚さから逐次測定して得た保護リング31の厚さを差し引いて保護リング31の消耗分の厚さを算出する。この消耗分の厚さがウエハW上面との高さとの差dに相当するため、この差dの値が許容量を超えたか否かにより保護リング31の高さ調整を行なう。

【0098】本実施形態に係る処理装置ではレーザー光線の干渉を用いて保護リング31の厚さを測定するので、プラズマ処理中でも測定することができるという効果が得られる。

【0099】(第7の実施形態)以下、本発明の第7の実施形態について説明する。

【0100】図12は本実施形態に係るサセプタ30の上部を部分的に拡大した垂直断面図である。

【0101】本実施形態の処理装置では、保護リング31とサセプタ30との間に保護ブロック32を介挿させた構造とした。

【0102】この処理装置において、保護ブロック32はプラズマやエッチャントなどの攻撃からサセプタ30を保護できる材料、例えばセラミックなどから形成されており、保護リング31と同心円状の円環状で、図12に示したような略し字型の断面形状を備えており、保護リング31の内周側に着脱可能に嵌合するように形成されている。

【0103】本実施形態によれば、サセプタ30と保護リング31との間でウエハWと保護リング31との隙間の真下にあたる部分に保護ブロック32が配設されているので、ウエハWと保護リング31との隙間から流下したエッチャントやプラズマがサセプタ30表面に直接あたることがないので、サセプタ30の消耗が防止される。

【0104】

【発明の効果】本発明では、サセプタ上に載置された被処理基体の外周縁部を包囲する保護リングを昇降可能に支持し、この保護リングの上面の高さを検出して、前記検出した高さに基づいて前記保護リングの高さを調節する構成にしているので、常に保護リング上面を前記被処理基体の上面と同一平面上に維持することができる。そのため保護リングが消耗しても、常に電界をサセプタ上に載置された被処理基板の真上付近に集中させることができる。更に被処理基板の外周縁と保護リングとの境界で段差が形成されないのでチャージアップダメージが発現せず、エッチャントイオンの流れが均一になり、被処理基板の中心と外周縁付近との間でエッチング速度が均一化される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係るプラズマエッチング装置の垂直断面図である。

【図2】第1の実施形態に係るサセプタ上部を部分的に拡大した垂直断面図である。

【図3】第1の実施形態に係る保護リング及びサセプタの分解斜視図である。

【図4】第1の実施形態に係る検出手段のブロック図である。

【図5】第1の実施形態に係るサセプタを部分的に拡大した垂直断面図である。

【図6】第1の実施形態に係る保護リングの高さ調節を行なう操作のフローチャートである。

【図7】第2の実施形態に係る処理方法の流れを示したフローチャートである。

【図8】第3の実施形態に係る処理方法の流れを示したフローチャートである。

【図9】第4の実施形態に係る処理方法の流れを示したフローチャートである。

【図10】第5の実施形態に係るレーザー検出器の概略図である。

【図11】第6の実施形態に係る処理装置を部分的に拡大した垂直断面図である。

【図12】第7の実施形態に係るサセプタを部分的に拡大した垂直断面図である。

【図13】従来のプラズマエッチング装置の垂直断面図である。

【符号の説明】

W…ウエハ(被処理基体)、

1…プラズマエッチング装置(プラズマ処理装置)、

2…処理チャンバ、

30…サセプタ、

31…保護リング、

42…ガス供給配管(気体供給系)、

21…排気配管、

50…エレベータ(高さ調節手段)、

55…レーザー検出器、

55A…レーザー発光部、

55B…レーザー受光部、

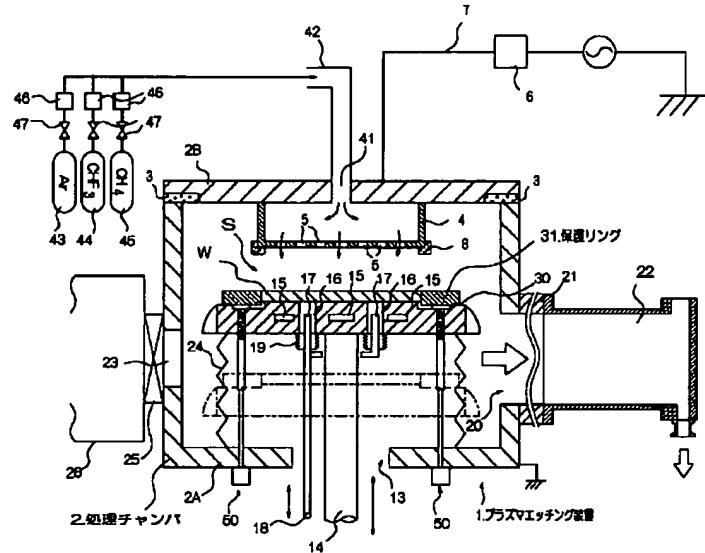
50…エレベータ、

53…ロッド、

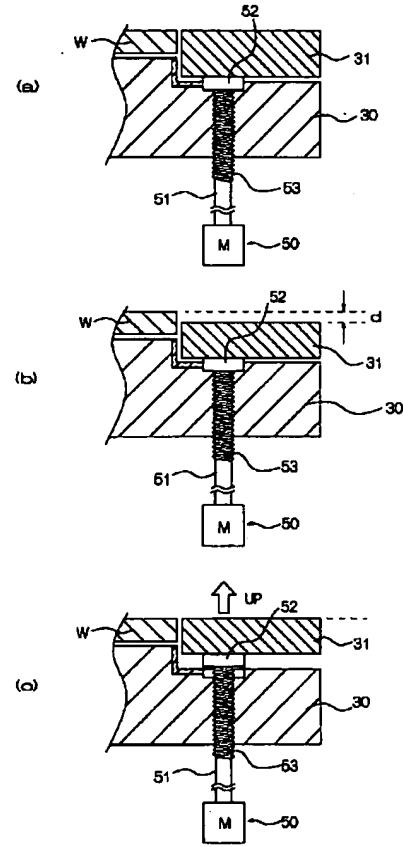
51…ステッピングモータ、

60…制御装置。

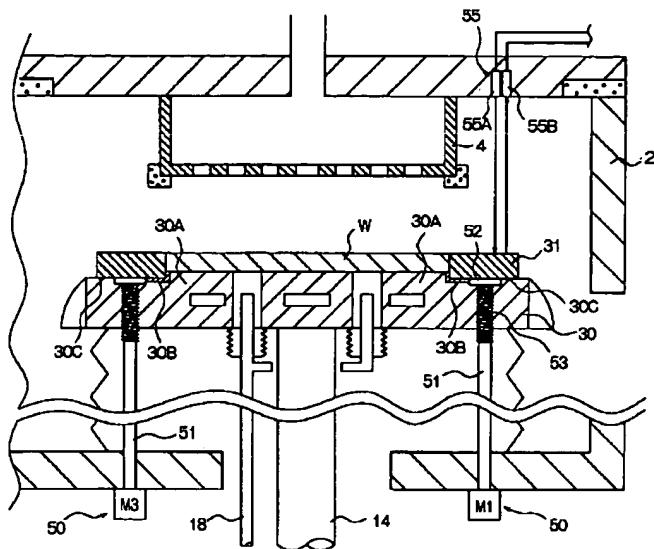
【図1】



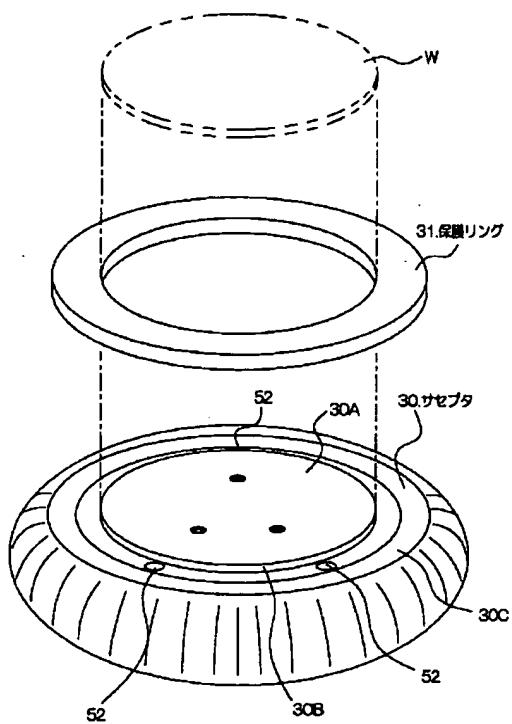
【図5】



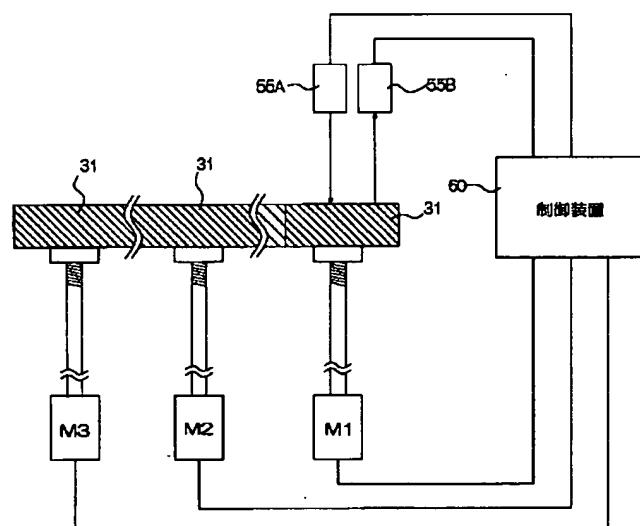
【図2】



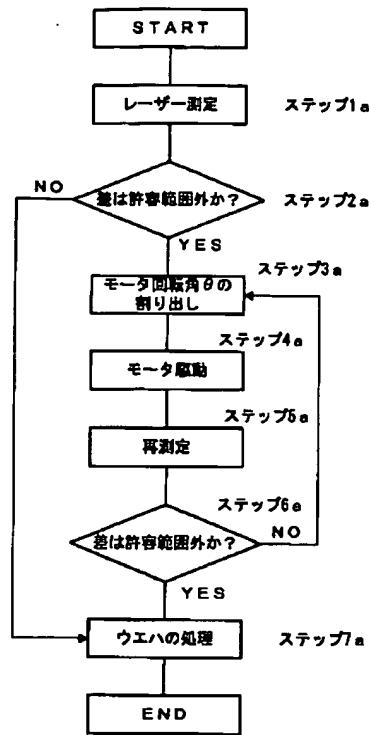
【図3】



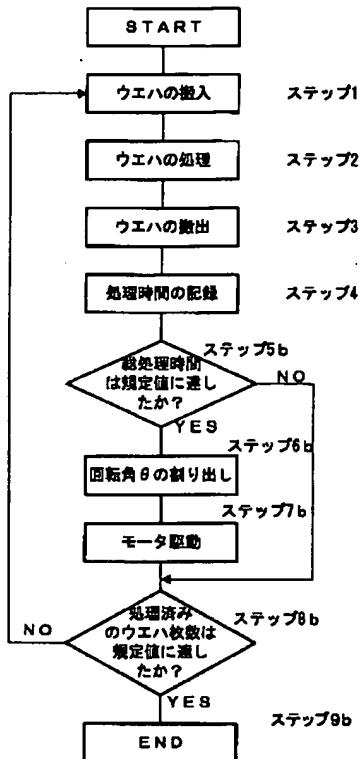
【図4】



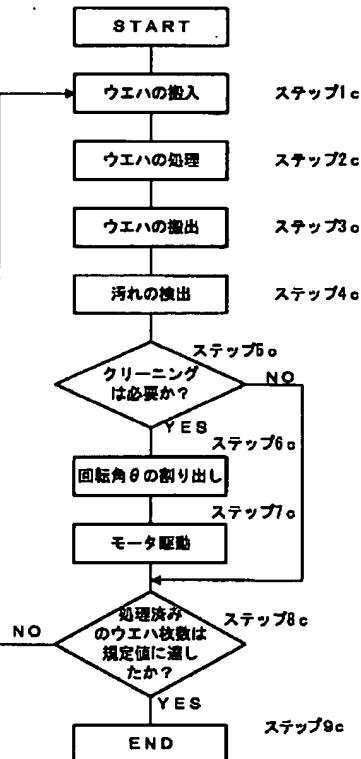
【図6】



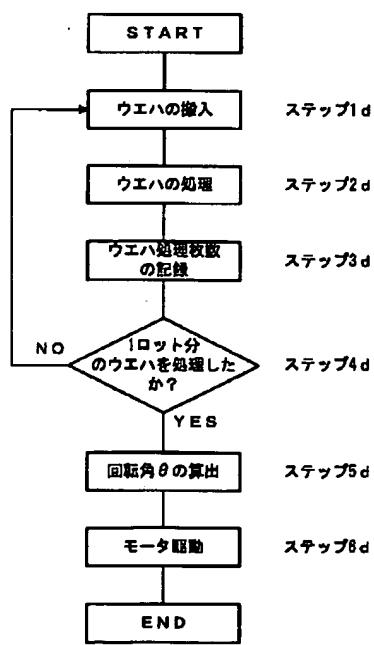
【図7】



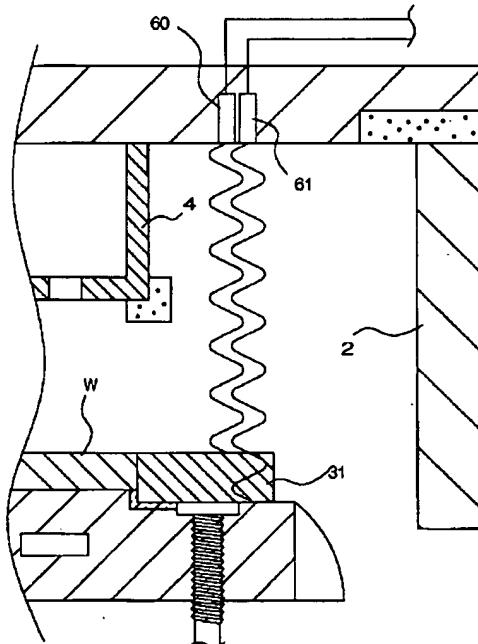
【図8】



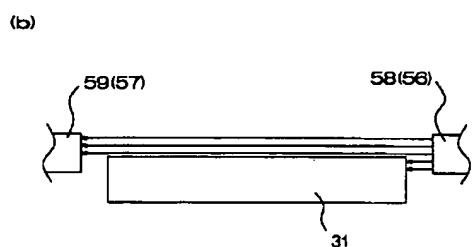
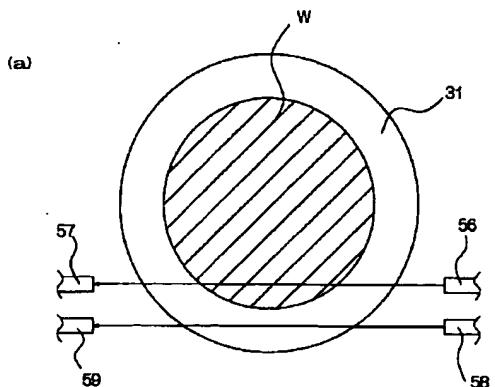
【図9】



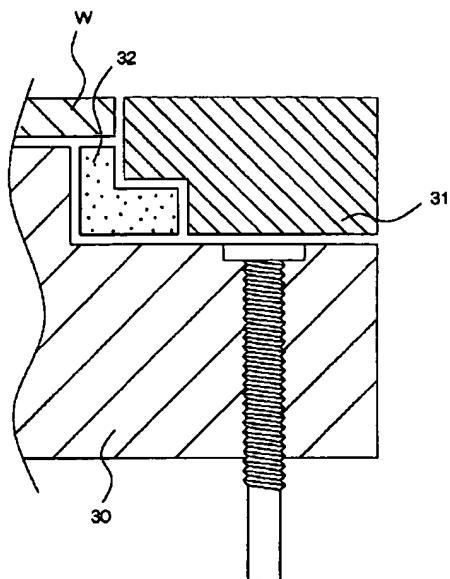
【図11】



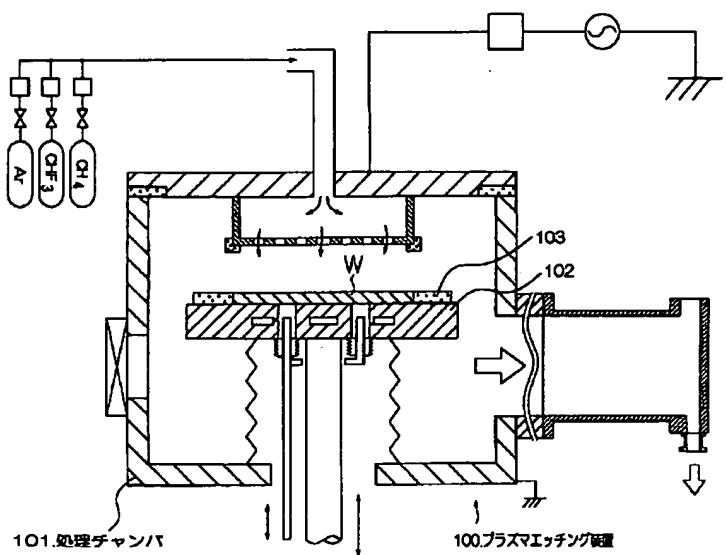
【図10】



【図12】



【図13】



*** NOTICES ***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS**[Claim(s)]**

[Claim 1] The processing chamber which processes to a processed base under an abbreviation vacuum, and the raw gas supply system which supplies raw gas to said processed base, The susceptor which lays said processed base, and the protect ring supported possible [rise and fall] so that the periphery edge of the processed base laid on said susceptor might be surrounded, The processor possessing a detection means to detect the height of the top face of said protect ring, and a height control means to adjust the height of said protect ring based on said detected height.

[Claim 2] The processor characterized by being a processor according to claim 1 and being the vertical mold light monitor with which said detection means equipped said protect ring top face with the light-emitting part which irradiates light at an abbreviation perpendicular, and the light sensing portion which detects the reflected light of said light.

[Claim 3] The processor characterized by being a processor according to claim 1 and being the water flat tip light monitor equipped with the light-emitting part with which said detection means irradiates light in parallel with said protect ring top face, and the light sensing portion which is arranged in said light-emitting part and the location which counters about said protect ring, and detects said light.

[Claim 4] The processor characterized by being a processor according to claim 1 and said detection means being the laser interference monitor which measures the thickness of a protect ring using interference with the incident light of a laser beam, and the reflected light.

[Claim 5] The processor with which it is a processor given in any 1 term of claims 1-5, and said height control means is characterized by providing the ball screw which makes it go up and down said protect ring, and the stepping motor which drives this ball screw.

[Claim 6] The art characterized by processing a processed substrate where it adjusted the height of said protect ring at the predetermined stage and said processed substrate and height on said top face of a protect ring are maintained in the same height within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua in the art which processes said processed substrate by supplying raw gas on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring.

[Claim 7] In the art which processes said processed substrate by supplying raw gas within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring The art which carries out monitoring of the height on said top face of a protect ring, and is characterized by processing said processed substrate, adjusting the height of said protect ring and maintaining in the same height as said processed substrate when the difference of elevation on said top face of a processed substrate becomes a predetermined value.

[Claim 8] In the art which processes said processed substrate by supplying raw gas within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring The art which carries out monitoring of the processing time of said processed substrate, and is characterized by processing said processed substrate, adjusting the height of said protect ring and maintaining in the same height as said processed substrate when the addition value of said processing time turns into a predetermined value.

[Claim 9] The art characterized by processing said processed substrate, adjusting the height of said protect ring at the time of oxygen plasma cleaning, and maintaining in the same height as said processed substrate within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua in the art which processes said processed substrate by supplying raw gas on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring.

[Claim 10] The art characterized by processing said processed substrate, adjusting the height of said protect ring and maintaining in the same height as said processed substrate within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua whenever processing of the processed substrate of one lot is completed in the art which processes

said processed substrate by supplying raw gas on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the processor and art which process processed substrates, such as a semi-conductor wafer, and relates to the processor and art which etch the oxide film formed on the processed substrate at the detail, and an insulator layer further.

[0002]

[Description of the Prior Art] By arranging the protect ring which is the member of the shape of a circular ring call a focal ring on the susceptor which lays Wafer W in etching processors , such as the processor which processes to processed substrates , such as a semi-conductor wafer , for example , a plasma etching system etc. , conventionally , electric field are centralize near the core of a susceptor , and as the plasma generate within a processing chamber is acting on the wafer W laid on the susceptor intensively , it is processing .

[0003] Drawing 13 is the vertical cross section having shown typically the inside of the processing chamber of typical plasma treatment equipment.

[0004] As shown in drawing 13 , the circular ring-like protect ring 102 is arranged on the susceptor 101 in the processing chamber 100, and this protect ring 102 is constituted as a disc-like member of one sheet. As shown in drawing 13 , a protect ring 102 surrounds the periphery of the wafer W laid on the susceptor 101, and is exposed to the plasma at the time of processing. Therefore, if two or more wafers W are processed continuously, the front face will be etched also for protect ring 102 self for the plasma which collides, and the thickness of a protect ring will become thin.

[0005] If the thickness of a protect ring becomes thin, the effectiveness of centralizing electric field near the core of a susceptor will become weak, and the rate which carries out etching processing will fall, or the phenomenon called a charge-up damage will happen. This charge-up damage is the phenomenon in which the potential distribution near [which was laid in the susceptor] a wafer W front face becomes uneven, when the thickness of a protect ring becomes thin. If this charge-up damage occurs, the plasma and etchant ion are distributed over an ununiformity within the Wth page of a wafer, and processing of etching etc. is no longer carried out to homogeneity within the Wth page of a wafer, and causes the problem that yield falls.

[0006] Therefore, since even a protect ring without the need for exchange will be exchanged for a new article by this approach although the approach of exchanging a protect ring to a new article regardless of the condition [exhausting] of a protect ring is adopted if the sum total of the processing time reaches fixed time amount, there is a problem that there is much futility. Especially, since the protect ring itself is expensive, there is a problem on the manufacturing cost that the running cost of a processor will go up if even a protect ring without the need of exchanging is uniformly exchanged for a new article, as a result the manufacturing cost of a semi-conductor product also rises.

[0007] Furthermore, when it exchanges regardless of the condition [exhausting] of a protect ring, the problem on the production process that and manufacture effectiveness falls also has the futility of maintenance control.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is invention made in order to solve the above-mentioned conventional problem. Namely, even if it processes two or more processed substrates continuously, a charge-up damage does not happen, but this invention aims at offering plasma treatment equipment and the plasma treatment approach without dispersion in the quality of the processed substrate after processing in the sequence of processing.

[0009] Furthermore, this invention aims at offering the plasma treatment equipment and the plasma treatment approach of carrying out uniform processing. [the whole processed substrate]

[0010]

[Means for Solving the Problem] The processing chamber to which the processor of this invention processes to a

processed base under an abbreviation vacuum, The raw gas supply system which supplies raw gas to said processed base, and the susceptor which lays said processed base, The protect ring which surrounds the periphery edge of the processed base laid on said susceptor, a detection means to detect the height of the top face of said protect ring, and a height control means to adjust the height of said protect ring based on said detected height are provided.

[0011] In this processor, the vertical mold light monitor equipped with the light-emitting part which irradiates light on said protect ring top face at an abbreviation perpendicular, and the light sensing portion which detects the reflected light of said light as said detection means is mentioned.

[0012] Moreover, said detection means is a processor characterized by being the water flat tip light monitor equipped with the light-emitting part which irradiates light in parallel with said protect ring top face, and the light sensing portion which is arranged in said light-emitting part and the location which counters about said protect ring, and detects said light.

[0013] Furthermore, you may be the laser interference monitor which measures the thickness of a protect ring as said detection means using interference with the incident light of a laser beam, and the reflected light.

[0014] In the above-mentioned processor, the device in which the ball screw which makes it go up and down said protect ring, and the stepping motor which carries out the rotation drive of this ball screw are provided as said height control means is mentioned.

[0015] The art of this invention is characterized by processing a processed substrate, where it adjusted the height of said protect ring at the predetermined stage and said processed substrate and height on said top face of a protect ring are maintained in the same height within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua in the art which processes said processed substrate by supplying raw gas on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring.

[0016] Other arts of this invention within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua In the art which processes said processed substrate by supplying raw gas on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring Monitoring of the height on said top face of a protect ring is carried out, and it is characterized by processing said processed substrate, adjusting the height of said protect ring and maintaining in the same height as said processed substrate, when the difference of elevation on said top face of a processed substrate becomes a predetermined value.

[0017] Still more nearly another art of this invention within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua In the art which processes said processed substrate by supplying raw gas on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring Monitoring of the processing time of said processed substrate is carried out, and it is characterized by processing said processed substrate, adjusting the height of said protect ring and maintaining in the same height as said processed substrate, when the addition value of said processing time turns into a predetermined value.

[0018] The art of further others of this invention is characterized by processing said processed substrate, adjusting the height of said protect ring at the time of oxygen plasma cleaning, and maintaining in the same height as said processed substrate within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua, in the art which processes said processed substrate by supplying raw gas on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring.

[0019] Still more nearly another art of this invention is characterized by processing said processed substrate, adjusting the height of said protect ring and maintaining in the same height as said processed substrate within the processing chamber maintained by the abbreviation vacua, whenever processing of the processed substrate of one lot is completed in the art which processes said processed substrate by supplying raw gas on the processed substrate which had the periphery surrounded by the protect ring.

[0020] It supports possible [rise and fall of the protect ring which surrounds the periphery edge of the processed base laid on the susceptor], and the height of the top face of this protect ring is detected, and since it is made the configuration which adjusts the height of said protect ring based on said detected height, a protect ring top face is always maintainable in this invention, on the same flat surface as the top face of said processed base. Therefore, even if a protect ring is exhausted, electric field can always be centralized near right above the processed substrate laid on the susceptor. Furthermore, since a level difference is not formed on the boundary of the periphery edge of a processed substrate, and a protect ring, a charge-up damage is not discovered, the flow of etchant ion becomes homogeneity, and an etch rate is equalized in between the core of a processed substrate, and near a periphery edge.

[0021]

[Embodiment of the Invention] (Gestalt of the 1st operation) One operation gestalt of this invention is hereafter explained based on an accompanying drawing.

[0022] Drawing 1 is the vertical cross section having shown the outline configuration of the plasma etching system concerning this operation gestalt.

[0023] As shown in drawing 1, this plasma etching system 1 has the processing chamber 2 fabricated by tubed with aluminum or stainless steel. This processing chamber 2 is grounded. Moreover, the dipole ring magnet (DRM) which arranged two or more cylinder mold permanent magnets in the shape of a periphery is arranged in the periphery of the processing chamber 2 (illustration abbreviation), and a rotation magnetic field can be made to form in the space in a processing chamber by rotating this DRM now.

[0024] Head-lining 2B of the processing chamber 2 is connected to the processing chamber body side through the insulating member 3, a susceptor 30 is made to counter this head-lining 2B, and the shower head 4 of even hollow structure is arranged. In the gas injection side of this shower head 4 inferior surface of tongue, two or more discharge openings 5 and 5 and -- which carry out the regurgitation of the raw gas introduced in this shower head 4 or the plasma gas towards the space formed between the processing space S, i.e., shower head 4 inferior surface of tongue, and susceptor 30 top face are punched.

[0025] This shower head 4 is formed with a conductive ingredient, for example, the aluminum by which alumite processing of the front face was carried out, the stainless steel by which surface treatment was carried out, and constitutes an up electrode, and the high-frequency voltage of 13.56MHz can be impressed now to that middle through the feeder 7 between which the matching circuit 6 was made to be placed.

[0026] The shield ring 8 of the shape of a cross section of L characters for bringing together the RF electric field generated in an up electrode in an inside electrode surface is formed in the lower limit periphery of the shower head 4 along the hoop direction of the shower head 4.

[0027] The gas installation tubing 42 is connected to the gas inlet 41 of the shower head 4 upper part. This gas installation tubing 42 has branched to plurality, and the source 43 of Ar gas which stores Ar gas as plasma gas, and the sources 44 and 45 of etching gas which store the etching gas of CHF₃ and CH₄ as raw gas are connected, respectively. Each of these gas is supplied a flow rate being controlled by the massflow controller 46 interposed on the way or the closing motion valve 47.

[0028] Corresponding to the location which dropped the susceptor 30, the wafer taking-out inlet port 23 is arranged by some side attachment walls of the processing chamber 2, and the gate valve 25 which opens for free passage and intercepts between the transfer rooms 26 constituted possible [vacuum suction] is arranged here.

[0029] The metal bellows 24 with which the rear face of a susceptor 30 and the circumference of the opening 13 of processing chamber pars-basilaris-ossis-occipitalis 2A were constituted elastically is arranged. Rise and fall of a susceptor 30 are enabled maintaining the airtightness in the processing chamber 2 with this bellows 24. The susceptor 30 is indirectly grounded through this bellows 24 and the processing chamber 2.

[0030] Moreover, the exhaust port 20 is established in the side attachment wall of the opposite side of the wafer taking-out inlet port 23, and the vacuum piping 21 is connected to this exhaust port 20. The vacuum pump 22 is arranged in this vacuum piping 21, and the inside of this processing chamber 2 has come be mostly made to a vacua by discharging the air in the processing chamber 2 by operating this vacuum pump 22.

[0031] The susceptor 30 of the shape of the approximate circle board which consists of conductive ingredients, such as aluminum and stainless steel, as a lower electrode is arranged in the interior of the processing chamber 2. Support immobilization is carried out and this susceptor 30 is arranged in the upper limit of the rise-and-fall shaft 14 inserted through the opening 13 of the center section of processing chamber pars-basilaris-ossis-occipitalis 2A by the elevator style (illustration abbreviation) possible [rise and fall]. At the time of operation of a plasma etching system 1, where Wafer W is laid in the top face of this susceptor 30, etching is performed.

[0032] The path-like cooling jacket 15 is formed in the interior of a susceptor 30, and a susceptor 30, as a result the wafer W laid on it can be maintained now to desired temperature by pouring a refrigerant in this jacket 15.

Furthermore, in the vertical direction, to the position of this susceptor 30, two or more lifter holes 16 and 16 and -- penetrate, and are punched at it, and the wafer lifter pin 17 is arranged in the vertical direction possible [rise and fall] corresponding to these lifter holes 16 and 16 and --. This wafer lifter pin 17 is attached possible [rise and fall] in one with the pin rise-and-fall rod 18 attached possible [vertical movement] through the opening 13 of processing chamber pars-basilaris-ossis-occipitalis 2A. The metal flexible bellows 19 is arranged in the penetration section of this wafer lifter pin 17 between the rear faces of a susceptor 30, and while the wafer lifter pin 17 had maintained airtightness, it can move up and down now. By moving the wafer lift pin 17 up and down, where a susceptor 30 is held in the location shown with the alternate long and short dash line in drawing 1, it goes up and down Wafer W. Such three wafer lift pins 17 are usually formed along the W round edge of wafers.

[0033] The circular ring-like protect ring 31 is arranged in the top face of a susceptor 30.

[0034] Drawing 2 is the vertical cross section to which the upper part of the susceptor 30 concerning this operation gestalt was expanded partially, and drawing 3 is the decomposition perspective view of the protect ring 31 and susceptor 30 concerning this operation gestalt.

[0035] it was shown in drawing 2 and drawing 3 -- as -- this protect ring 31 -- a cross section -- a rectangle -- in a circle -- the outer diameter of Wafer W -- **** -- it has the slightly large bore. On the other hand, the top face of a susceptor 30 is equipped with the convex type cross-section configuration which the inside part which lays Wafer W projected in the shape of a cylinder, and the diameter of the projected cylinder mold partial 30A concerned has the same dimension as the diameter of the wafer W laid on this. Therefore, when Wafer W is laid on a susceptor 30, the side face of Wafer W and the side face of said cylinder mold partial 30A form the cylinder side face of abbreviation identitas. if a protect ring 31 is set on this susceptor 30 -- between the inner skin of a protect ring 31, and the side faces of Wafer W and the side faces of said cylinder mold partial 30A -- **** -- few clearances are formed.

[0036] Moreover, as it applies to periphery side top-face 30C from the side face of said cylinder mold partial 30A of a susceptor 30 and is shown in drawing 2, surface protective layer 30B is formed. This surface protective layer 30B is formed, the ingredient which it is and can protect a susceptor 30 from etchant or the plasma, for example, the ceramics etc., for protecting a susceptor 30 from the attack of etchant, the plasma, etc.

[0037] Furthermore, symmetrically, the elevator 50 as a height control means to adjust the height of a protect ring 31 is laid under periphery side top-face 30C of a susceptor 30 three sets so that the include angle of 120 degrees may be made mutually.

[0038] These elevators 50 consist of a top plate 52 which exposes that top face to periphery side top-face 30C of a susceptor 30, and pushes up protect ring 31 base, a rod 53 which supports a top plate 52 from this top-plate 52 bottom, and a stepping motor 51 which this rod 53 and revolving shaft combined. This rod 53 is the shape of a bolt by which the screw thread was formed in the side face, engages with the female screw part formed in the susceptor 30 side, and forms the so-called ball screw. A rod 53 moves up and down and the lower limit side of a rod 53 makes it go up and down a top plate 52, as a result a protect ring 31 by having combined with the revolving shaft of a stepping motor 51, driving a stepping motor 51, and carrying out predetermined include-angle rotation of the revolving shaft. The stepping motor 51 is controlled by the control unit which is not illustrated, and the height of a protect ring 31 can be adjusted with high precision by controlling angle of rotation of a revolving shaft correctly.

[0039] The laser detector 55 as a detection means to detect the height of the top face of said protect ring 31 is arranged in the location equivalent to right above [of the processing chamber 2 / of protect ring 31]. Drawing 4 is the block diagram of the detection means concerning this operation gestalt.

[0040] This laser detector 55 consists of laser light-emitting part 55A and laser light sensing portion 55B, applies the laser beam discharged from laser light-emitting part 55A to the top face of a protect ring 31, detects that reflected light by laser light sensing portion 55B, and measures the height of a protect ring 31 from the condition of that reflected light. For example, the known measuring device measured from the time amount taken for the laser beam which emitted light from laser light-emitting part 55A to reflect on the protect ring 31 top face, and to return to laser light sensing portion 55B, the wave number, interference, etc. can be used.

[0041] Next, a procedure in case the plasma etching system concerning this operation gestalt performs height control of a protect ring 31 is explained. Drawing 5 is the vertical cross section of the susceptor 30 which expanded partially the condition of having laid Wafer W on the susceptor 30 which set the protect ring 31.

[0042] Drawing 6 is the flow chart which showed the flow of actuation in the case of performing height control of a protect ring 31.

[0043] If the wafer W before processing on a susceptor 30 is laid in case Wafer W is processed (step 1a), detection of the height of the protect ring 31 by the laser detector 55 will be performed first. That is, the laser beam emitted from laser light-emitting part 55A is reflected on the top face of a protect ring 31, and this reflected light is received by laser light sensing portion 55B. Laser light sensing portion 55B which received the reflected light sends a signal to a control unit 60 via a wiring path. Laser light-emitting part 55A is also connected to the control unit 60, and the luminescence stage and light-receiving stage of a laser beam are recognized. The data-processing section in a control unit 60 (illustration abbreviation) carries out data processing from these data, and the height of a protect ring 31 is detected.

[0044] It measures each time and the height on the top face of wafer W is found at a detecting [on the other hand, measure beforehand the height on the top face of wafer W at the time of laying Wafer W in a susceptor 30, and memorize it, or arrange the same equipment as the laser detector 55 in the part in the processing chamber 2 which hits right above Wafer W, and]-height of protect ring (illustration abbreviation) 31, and coincidence term.

[0045] The height data of these protect ring 31 top face are compared with the height data on the top face of wafer W, and the value of the difference judges whether it is the inside of tolerance (step 2a).

[0046] That is, as shown in drawing 5 (a), the height on protect ring 31 top face and the top face of wafer W is the same, and Wafer W is processed, without judging that there is no need for height control when the value d of a difference is zero, or in being in tolerance, shifting to step 7a from step 2a of drawing 6, and performing height control of a protect ring 31.

[0047] On the other hand, when the value d of said difference has exceeded tolerance, it is judged as those of height control with the need, and height control of a protect ring 31 is performed.

[0048] When performing height control, the angle of rotation theta of the required stepping motor 50 is first searched for from the value d of said difference, and the pitch of a rod 53 (step 3a). If the command signal which rotates only this angle of rotation theta is presented to stepping motors 50A-50C from a control unit 60, while stepping motors 50A-50C will rotate only an angle of rotation theta, respectively (step 4a) and a protect ring 31 will maintain a level condition, only said difference d goes up, and as shown in drawing 5 (c), the top face of a protect ring 31 and the top face of Wafer W are made in agreement.

[0049] After the drive of these stepping motors 50A-50C when protect ring 31 top-face height is measured again (step 6a) and the value of Difference d is not contained in tolerance, driving, the height of protect ring 31 top face and the height on the top face of wafer W are made in agreement by repeating even step 3a - step 5a further.

[0050] Thus, since it has the composition of adjusting the height of a protect ring 31 immediately if monitoring of the height of protect ring 31 top face is always carried out and the value of the difference d of the height on the top face of wafer W exceeds tolerance, the height of the top face of a protect ring 31 and the height on the top face of wafer W are always maintainable in the same height.

[0051] Next, the etching processing performed using the plasma etching system constituted as mentioned above is explained.

[0052] If the cluster tool equipment (illustration abbreviation) with which the above-mentioned plasma etching system 1 was carried is started, it will be conveyed by the processing chamber 2 of a plasma etching system 1 through the carrier cassette illustrating neither, a conveyance arm, and a load lock chamber to the transfer room 26 by which contiguity arrangement was carried out.

[0053] Subsequently, a transfer arm (illustration abbreviation) rotates in the transfer room 26, and the transverse plane of a plasma etching system 1 is turned to, and it stops. The gate valve 25 in front of a plasma etching system 1 opens after an appropriate time, and where the wafer W with an unsettled transfer arm is held, it advances into the processing chamber 2 of a plasma etching system 1.

[0054] On the other hand, within the processing chamber 2, a susceptor 30 is dropped down [in the processing chamber 2], as shown in the alternate long and short dash line of drawing 1, the unsettled wafer W is carried in in the processing chamber 2 through the wafer taking-out inlet port 23 from the transfer room 26 side in this condition, and it lays on a susceptor 30.

[0055] Subsequently, a susceptor 30 is raised and the wafer W laid in the top face is made to approach the inferior surface of tongue of the shower head 4 by moving the rise-and-fall shaft 14 up.

[0056] And vacuum suction of the processing chamber 2 interior is carried out, supplying plasma gas and etching gas of the specified quantity in the processing chamber 2 from the shower head 4 in this condition. After this vacuum suction closes the gate valve 25 of the wafer taking-out inlet port 23 of a processing chamber and seals the inside of the processing chamber 2, it is performed. If a gate valve 25 is dropped, the wafer taking-out inlet port 23 is closed and the inside of the processing chamber 2 is sealed, a vacuum pump 22 will operate and carry out vacuum suction.

[0057] The height of a protect ring 31 is measured as mentioned above, at this time, when the value of the difference d of the height on the top face of wafer W is in tolerance, it shifts to the following processings as it is, and as mentioned above, only the predetermined include angle theta rotates stepping motors 50A-50C, and when the value of Difference d is outside tolerance, height control of a protect ring 31 is performed so that Difference d may become zero substantially.

[0058] By continuing rotating a vacuum pump 22 with this rotational speed successively after an appropriate time, the inside of the processing chamber 2 is maintained to process **, and etching processing of the oxide film which is made to generate the plasma at the impression ***** space S, and is formed in the wafer W front face in the high-frequency voltage of 13.56MHz is performed to coincidence between the susceptors 30 and up electrodes which are a lower electrode.

[0059] Since height control is made by the protect ring 31 at this time as that top face is on the same flat surface as a wafer W top face, generating of a charge-up damage is prevented beforehand and uniform processing is performed over the whole wafer W surface.

[0060] If etching processing is performed predetermined time and expected etching processing is completed, the degree

of vacuum in the processing chamber 2 will be lowered to the degree of vacuum of extent slightly higher than the degree of vacuum of the transfer room 26, and the wafer W after processing will be taken out from the inside of the processing chamber 2 by the reverse order with the above after an appropriate time. And Wafer W is similarly conveyed in a consecutive processing chamber, and predetermined processing is performed within the processing chamber. After a series of processings are completed, the wafer W which processing completed is taken out from the inside of the last processing chamber in the transfer room 26, it holds in a carrier cassette again via a load lock chamber from the transfer room 26 further, and processing is completed.

[0061] As explained above, since the protect ring 31 is equipped with a detection means for it to be arranged possible [rise and fall] to a susceptor 30, and to detect the height of the top face of said protect ring, and a height control means to adjust the height of said protect ring based on said detected height, with the plasma treatment equipment 1 concerning this operation gestalt, protect ring 31 top face and a wafer W top face are always maintainable in the same height. Consequently, the manifestation of a charge-up damage can be prevented beforehand.

[0062] Moreover, when a protect ring 31 is exhausted, by carrying out height control, usable LIFE can be elongated and a running cost also including the trouble of maintenance control or the cost of a protect ring can be reduced.

[0063] In addition, this invention is not limited to the written contents of the above-mentioned operation gestalt. For example, although the plasma etching system for silicon wafers was made into the example and the above-mentioned operation gestalt explained it, it can be used for the other reactant gas treatment equipment, for example, CVD.

[0064] Furthermore, it cannot be overemphasized that it is applicable also to the processor which processes the glass substrate for LCD as well as a silicon wafer.

[0065] Moreover, although the processor of the rotating field type using the so-called dipole ring magnet (DRM) which makes the perimeter of a processing chamber rotate two or more cylinder mold permanent magnets was made into the example and the above-mentioned operation gestalt explained it, this invention is applicable also to the processor which does not carry this dipole ring magnet (DRM).

[0066] (2nd operation gestalt) The 2nd operation gestalt of this invention is explained hereafter. In addition, explanation is omitted about the contents which overlap the operation gestalt preceded among the operation gestalten after this operation gestalt below.

[0067] With this operation gestalt, it considered as the configuration which performs height control of a protect ring 31 with the addition value of the processing time of Wafer W.

[0068] Drawing 7 is the flow chart which showed the flow of the art concerning this operation gestalt.

[0069] In the art concerning this operation gestalt, Wafer W is carried in in the processing chamber 2 (step 1b), Wafer W is processed (step 2b), and the wafer W after processing is taken out out of the processing chamber 2 (step 3b). The time amount which actually processed whenever processing of Wafer W finished is recorded (step 4b), and it determines whether perform height control by whether the addition value of the processing time reached the time amount specified beforehand (step 5b).

[0070] Whenever this decision processes one wafer W, it is performed. When it judges whether the processing number of sheets of Wafer W reached default value, without performing height control of a protect ring 31 when the addition value of the processing time has not reached default value (step 8b) and processing number of sheets is reached, processing is ended (step 9b), when processing number of sheets is not reached, the following unsettled wafer W is carried in (step 1b), and a series of processings are performed (step 2b - step 4b).

[0071] When the addition value of the processing time reaches default value, like step 3a of said 1st operation gestalt - step 4a, only the include angle theta performs rotation (step 7b) of a stepping motor 50, and makes the height of a protect ring 31 and Wafer W in agreement with indexing (step 6b) of the angle of rotation theta of a stepping motor 50.

[0072] In the art concerning this operation gestalt, since height control of a protect ring 31 is periodically performed based on the addition value of the processing time of Wafer W, height control of a protect ring 31 can be performed with sufficient repeatability.

[0073] (3rd operation gestalt) The 3rd operation gestalt of this invention is explained hereafter.

[0074] With this operation gestalt, it considered as the configuration which performs height control of a protect ring 31 at the cleaning stage of a processor.

[0075] Drawing 8 is the flow chart which showed the flow of the art concerning this operation gestalt.

[0076] In the art concerning this operation gestalt, whenever processing of Wafer W finishes through step 1c - step 3c, extent of the dirt of a processor is checked (step 4c), and the stage when cleaning of a processor performs height control by whether it is the need is determined (step 5c).

[0077] Whenever this decision processes one wafer W, it is performed. It judges whether the processing number of sheets of Wafer W reached default value, without performing height control of a protect ring 31, when the dirt of a

processor has not reached even predetermined extent (step 8c). When processing number of sheets is reached, processing is ended (step 9c), when processing number of sheets is not reached, the following unsettled wafer W is carried in (step 1c), and a series of processings are performed (step 2c - step 4c).

[0078] When extent which the dirt of a processor specified is reached, like step 3a of said 1st operation gestalt - step 4a, only the include angle theta performs rotation (step 7c) of a stepping motor 50, and makes the height of a protect ring 31 and Wafer W in agreement with indexing (step 6c) of the angle of rotation theta of a stepping motor 50.

[0079] In the art concerning this operation gestalt, since height control of a protect ring 31 is performed synchronizing with the stage to clean a processor, time amount is utilizable without futility.

[0080] (4th operation gestalt) The 4th operation gestalt of this invention is explained hereafter.

[0081] With this operation gestalt, it considered as the configuration which performs height control of a protect ring 31 whenever it processes the wafer W of one lot.

[0082] Drawing 9 is the flow chart which showed the flow of the art concerning this operation gestalt.

[0083] In the art concerning this operation gestalt, when it checks whether processing number of sheets had reached a part for one lot whenever processing of Wafer W finished through step 1d - step 3d (step 4d) and the processed wafer W reaches a part for one lot, height control is performed (step 5d, step 6d).

[0084] In the art concerning this operation gestalt, since height control of a protect ring 31 is performed whenever the number of sheets of the processed wafer W reaches one lot, periodical height control can be performed.

[0085] (5th operation gestalt) The 5th operation gestalt of this invention is explained hereafter.

[0086] In the processor of this operation gestalt, the laser detector which makes a laser beam emit light in the direction parallel to the front face of Wafer W as a height detection means was used.

[0087] Drawing 10 (a) is the top view having shown the outline configuration of the laser detector concerning this operation gestalt, and drawing 10 (b) is the vertical cross section having shown the outline configuration of this laser detector.

[0088] In this processor, as shown in drawing 10 (a), 2 sets of laser detectors are used. A lot consists of the 1st laser photogenic organ 56 and the 1st laser electric eye 57, and a lot already consists of the 2nd laser photogenic organ 58 and the 2nd laser electric eye 59.

[0089] The 1st laser photogenic organ 56 and the 1st laser electric eye 57 detect the height of the top face of Wafer W, and the 2nd laser photogenic organ 58 and the 2nd laser electric eye 59 detect the height of protect ring 31 top face. All make a wafer W top face and parallel scan two or more laser beams, as shown in drawing 10 (b), and detect height by detecting the location of the laser beam interrupted with obstructions, such as Wafer W and a protect ring 31.

[0090] The height on the top face of wafer W and the height of a protect ring 31 which were detected, respectively are deducted and carried out, that difference d is searched for, and the height of a protect ring is adjusted based on the value of this difference d.

[0091] In the processor concerning this operation gestalt, since height is detected using the laser beam which made the abbreviation horizontal direction emit light, it is easy to incorporate in a processing chamber. Moreover, since the height of Wafer W and a protect ring 31 is serially surveyed independently, respectively, height measurement can be carried out with high precision.

[0092] (6th operation gestalt) The 6th operation gestalt of this invention is explained hereafter.

[0093] In the processor of this operation gestalt, the laser detector which measures thickness change of a protect ring 31, using interference of a laser beam as a height detection means was used.

[0094] Drawing 11 is the vertical cross section having shown the outline configuration of the laser detector concerning this operation gestalt.

[0095] In this processor, as shown in drawing 11, 2 sets of laser detectors are used. A lot is the 1st laser measuring instrument 60, and a lot is already the 2nd laser measuring instrument 61.

[0096] The incident light and the reflected light of a laser beam are made to interfere in both these laser measuring instruments 60 and 61, and they measure the distance from a laser measuring instrument to the reflector of Wafer W by counting the number of the interference. The laser measuring instrument 60 uses the laser beam of the wavelength reflected on a wafer W front face, and measures the distance from the laser measuring instrument 60 to a wafer W top face. On the other hand, the laser measuring instrument 61 permeates even the interior of wafer W, uses the laser beam of the wavelength reflected on the inferior surface of tongue of Wafer W, and measures the distance from the laser measuring instrument 61 to a wafer W inferior surface of tongue. The value measured and acquired with two laser measuring instruments 60 and 61 is deducted and carried out, and the thickness of a protect ring 31 is measured.

[0097] And the thickness of the intact protect ring 31 is measured beforehand, and the exhausted thickness of a protect ring 31 is computed by deducting the thickness of the protect ring 31 which measured serially and was obtained from

this first thickness. Since the thickness for this consumption is equivalent to the difference d with the height on the top face of wafer W, whether the value of this difference d exceeded the permissible dose performs height adjustment of a protect ring 31.

[0098] Since the thickness of a protect ring 31 is measured using interference of a laser beam in the processor concerning this operation gestalt, the effectiveness that it can measure also in plasma treatment is acquired.

[0099] (7th operation gestalt) The 7th operation gestalt of this invention is explained hereafter.

[0100] Drawing 12 is the vertical cross section to which the upper part of the susceptor 30 concerning this operation gestalt was expanded partially.

[0101] In the processor of this operation gestalt, it considered as the structure where the protective block 32 was made to insert between a protect ring 31 and a susceptor 30.

[0102] In this processor, the protective block 32 is formed from the ingredient which can protect a susceptor 30 from the attack of the plasma, etchant, etc., for example, a ceramic etc., a protect ring 31 and concentric circular are in a circle, and it is equipped with the cross-section configuration of the abbreviation mold for L characters as shown in drawing 12, and it is formed so that it may fit into the inner circumference side of a protect ring 31 removable.

[0103] Since etchant or the plasma which flowed down from the clearance between Wafer W and a protect ring 31 since the protective block 32 was arranged by the part which hits just under the clearance between Wafer W and a protect ring 31 between a susceptor 30 and a protect ring 31 according to this operation gestalt do not hit susceptor 30 front face directly, consumption of a susceptor 30 is prevented.

[0104]

[Effect of the Invention] It supports possible [rise and fall of the protect ring which surrounds the periphery edge of the processed base laid on the susceptor], and the height of the top face of this protect ring is detected, and since it is made the configuration which adjusts the height of said protect ring based on said detected height, a protect ring top face is always maintainable in this invention, on the same flat surface as the top face of said processed base. Therefore, even if a protect ring is exhausted, electric field can always be centralized near right above the processed substrate laid on the susceptor. Furthermore, since a level difference is not formed on the boundary of the periphery edge of a processed substrate, and a protect ring, a charge-up damage is not discovered, the flow of etchant ion becomes homogeneity, and an etch rate is equalized in between the core of a processed substrate, and near a periphery edge.

[Translation done.]